引用格式：潘教峰, 范唯唯, 冷伏海, 等.《2022技术聚焦》——20个高影响力专利技术焦点分析解读. 中国科学院院刊, 2023, 38(1): 167-177, doi: 10. 16418/j.issn.1000-3045.20221216003.
Pan J F, Fan W W, Leng F H, et al. *2022 Technology Focus*: Analysis and interpretation of 20 high-impact patented technology focus. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(1): 167-177, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20221216003. (in Chinese)

《2022技术聚焦》——20个高影响力专利技术焦点分析解读

潘教峰[1,2]　范唯唯[1]　冷伏海[1*]　李国鹏[1]　张　凤[1,2]　韩　淋[1]　王海名[1]　张超星[1]
杨　帆[1]　王小梅[1]　王海霞[1]　袁建霞[1]　邢　颖[1]　陈　挺[1]
1 中国科学院科技战略咨询研究院　北京　100190
2 中国科学院大学　公共政策与管理学院　北京　100049

摘要　2022 年，中国科学院科技战略咨询研究院研制《2022 技术聚焦》报告。文章依据“技术焦点”在新科技革命的信息、能源、材料制造和生命等领域中的地位作用，从《2022 技术聚焦》报告重点解读的 32 个技术焦点中遴选确定了“20 个高影响力专利技术焦点”，对其基本涵义、面临的技术创新挑战，以及攻关路径等给予简略阐述。根据“技术焦点”中的专利数据综合影响力得分分布情况，揭示其中得分较高的专利的技术创新点及权属国家机构特征。最后给出了 3 点结论：（1）技术焦点表征了全球各个领域产业技术创新的“难点”和“痛点”；（2）科技发达国家占据着大多数“技术焦点”的制高点；（3）“技术焦点”中的专利权属机构均是产业技术创新的翘楚。

关键词　技术聚焦，高影响专利，技术前瞻

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20221216003

当今世界，以信息、能源、材料制造和生命技术为代表的新技术革命方兴未艾，发明专利数量激增，深刻地引发着产业和社会的变革。利用先进数据分析技术对高影响力专利数据进行聚类分析和遴选，对于客观、快速和深入揭示技术发展趋势，把握国际竞争态势，前瞻技术突破方向等都具有重要意义[1]。

在《2022 技术聚焦》报告的研制中，基于德温特创新平台（Dewent Innovation）最早公开年为 2016—2021 年的美国专利商标局和欧洲专利局共同寻求保护的专利，即两方专利数据（数据检索时间

*通信作者
资助项目：中国科学院战略研究与决策支持系统建设专项（GHJ-ZLZX-2022-09）
修改稿收到日期：2022年12月20日

为 2022 年 3 月），利用大数据和深度学习技术[2]，系统探索专利技术间隐藏的深层关联关系及结构特征，形成了 12 293 个技术焦点。依据专利综合影响力[3]、专利平均公开年等指标，并充分依靠科技领域专家、政策专家、战略情报专家的综合研判分析[1]，遴选出基于世界知识产权组织（WIPO）4 个部类、32 个技术领域[4]排名前 100 的技术焦点；然后依据技术焦点在每个技术领域综合影响力得分遴选出 1 个重点技术焦点，共计 32 个；之后根据其在信息、能源、材料制造和生命等领域的重要性，最终确定 20 个高影响力的专利技术焦点进行分析解读。需要说明的是，这些专利技术的权属可能因企业的兼并、重组、破产等行为而发生变化，但并不影响技术的发展趋势和焦点方向，具体专利信息以各专利局数据库为准。

1 数字和智能及应用技术创新占据半壁江山

在数字通信方面，反射阵列天线及其制造技术、自主校准磁场传感器等相关技术已经成为第五代移动通信网络（5G）等未来数字通信技术的重点核心技术，是未来电信领域发展的重要基石[1]。*在计算机技术应用方面*，量子比特发生与处理器件作为量子计算机的关键器件受到了各大通信、计算、电子相关研究机构和企业的高度关注，将在未来高性能计算和通信领域发挥巨大作用；元宇宙显示技术和超高清视频技术备受追捧，以不断满足数字经济时代广播电视、音视频通信和网络娱乐等众多产业领域对多媒体信息高水平编码、传送、呈现等的迫切需求。*在半导体和电机电器技术方面*，三维与非型闪存（NAND Flash）存储器及其制造方法一直是市场关注的焦点。*在智能机械方面*，移动机器人自主导航与路径规划、自动驾驶车辆和无人机自主控制技术极大地提高了人民生活质量，在节约劳动成本的同时带来了显著的经济效益。*在智能传感方面*，随着自动驾驶技术的不断发展，以及手持医用成像诊断设备的日渐成熟，更高性能的超声波换能器技术研发创新活跃，竞争异常激烈。

1.1 量子比特发生与处理器件

量子比特是量子计算机的基本信息单元，其数目可以表述量子计算机能力水平。与常规计算机非 0 即 1 的二进制码不同，量子比特可同时以 0 和 1 的状态存在，这使得量子比特拥有比传统比特更大的信息存储能力[5]。量子计算机将为云计算、人工智能、生物制药、材料科学等多个领域带来颠覆式巨变，发展潜力巨大。目前，量子计算机硬件发展还需要面对的挑战包括：更好的设备、高质量的量子比特；量子计算机的互连技术、快速的量子比特控制和反馈环路及大量量子比特的错误纠正算法。量子计算机实用性可能还需要 10—15 年的时间。

该技术焦点的 36 件专利大部分为美国企业所有，如英特尔、IBM、谷歌等公司。中国的京东方科技集团股份有限公司、韩国的三星公司、日本的日立公司等有少量专利，一些高等院校和研究机构，如美国芝加哥大学、日本理化研究所、韩国电子部品研究院及荷兰代尔夫特理工大学等也有少量专利。综合影响力得分最高的专利是美国量子计算公司 Rigetti 提出的具有多个约瑟夫森结，用于量子计算系统的量子集成电路的量子比特器的制备工艺；其次是荷兰代尔夫特理工大学提出的用于在多平面量子处理器中提供直流和微波频率连接的通孔封装工艺。其他得分较高的专利聚焦量子材料制备与应用。

1.2 元宇宙显示

随着大数据、人工智能、云计算及 5G 技术的迅速发展，虚拟现实、增强现实技术迎来了前所未有的发展机遇。以头戴式设备为代表的虚拟现实（VR）/增强现实（AR）智能设备开发成为近年来领域内的热点。设备搭载的姿势跟踪算法是链接“虚拟”与“现实”的桥梁，对设备效果的质量与精度起着决定性作用。目前，美国 Magic Leap 公司、美国 Oculus 公司、日本索尼公司、中国台湾宏达国际电子股份有限

公司、美国 Valve 公司、韩国三星公司、美国微软公司，以及中国的北京暴风魔镜科技有限公司、上海乐相科技有限公司、北京蚁视科技有限公司、深圳市虚拟现实科技有限公司、小米科技有限责任公司等是AR/VR 技术研发、终端产出的主要企业。

该技术焦点的 44 件专利重点关注用于评估和修改视觉处理和感知条件的增强现实显示系统、跟踪用户头部姿势或身体姿势的增强现实显示系统、在虚拟现实屏幕上显示内容的移动终端，涉及计算机、电子信息、仿真等多个领域。综合影响力得分排名前 3 位的专利均来自美国 Magic Leap 公司，分别为：增强现实的系统和方法，用于评估和修改神经系统状况的增强现实显示系统（包括视觉处理和感知状况），以及增强现实系统中使用电磁进行跟踪。其他影响力得分较高的专利涉及 AR/VR 显示系统、姿势感知与感官交互的算法方案或智能设备，如用于生成立体、增强和虚拟现实图像的系统和方法，用真实世界内容增强虚拟现实内容，以及具有主动对齐和相应方法的增强现实显示等。

1.3 超高清视频

随着网络带宽的提高和新型显示设备的革新，视频技术与应用正经历一轮从高清到超高清的变革。与高清视频相比，超高清视频从空间分辨率、时间分辨率、色彩范围、动态范围和视野范围等多个维度大幅度提升用户体验。随之而来的是数据通量也大幅增加，并带来两大方面的技术挑战：超高清视频所需的压缩效率更高，实时处理超高清视频的算力需求大幅提升。为此，业界重点在预测、变换、高动态范围和并行处理技术等方向开展攻关。

该技术焦点的 104 件专利中，有 9 个高分专利来自美国高通公司。综合影响力得分最高的专利提出了一种导出基于仿射运动模型的运动矢量的方法，主要应用在超高清视频编码方向，是新一代视频编码基础技术。其他得分较高的专利包括帧内预测技术、高动态范围视频辅助信息、预测单元划分和运动矢量预测等方向；这些技术主要用于对超高清视频进行帧内和帧间预测，消除超高清视频的时空域冗余，进而提升超高清视频的压缩效率，都属于超高清视频编码的基础和共性技术，对于促进超高清视频产业发展具有重要价值。

1.4 反射阵列天线及其制造

近年来，卫星通信和微波通信等技术发展迅速，天线技术在其中扮演着极其重要的角色。传统抛物面天线由于灵活机动性较差，已无法满足实际应用需求。而反射阵列天线相较于抛物面天线而言具有体积小、质量轻的优点，且无需复杂的馈电网络，采用空间馈电减小了损耗，正逐渐成为高增益天线领域中的研究热点。

该技术焦点的 56 件专利中，中国的华为公司拥有的专利数量最多；其中，一种介质谐振器天线阵列技术得分最高，其采用陶瓷介质谐振器作为辐射单元，相比传统金属天线和微带天线能适应更加复杂的应用环境。其他得分较高的专利还包括美国 Calabazas Creek Research 公司提出的一种用于将射频直接耦合到 HE11波导中的回旋式回音壁模式耦合器、美国 MMA Design 公司提出的可展开反射阵列天线结构。

1.5 自主校准磁场传感器

磁场传感器是一种可以将磁场及其变化转变成电信号输出的装置[6]，现已成为信息技术和信息产业中不可或缺的基础元件。随着测磁仪的同步发展，目前已有物理、化学和生物效应等类型的磁场传感器。自主校准的磁场传感器可包含多个校准电路，能够通过校准电路补偿传输特性因温度、老化或者机械压力等因素所产生的波动。

该技术焦点的 39 件专利中，美国英特尔公司提出的具有减少判决反馈均衡器采样器的低功耗高速接收机综合影响力得分最高；该高速接收机设备由可变增

益放大器、采样器组和时钟数据恢复电路组成，其中采样器组用于根据时钟信号对从可变增益放大器输出的数据进行采样，时钟数据恢复电路用于调整时钟信号的相位，使得接收机性能大幅提高。排名第二的是美国朗格公司提出的一种具有校准电路和技术的磁场传感器，其配有对数字测量磁场信号和数字参考磁场信号作出响应的校准电路，以组合数字测量的磁场信号。

1.6 三维NAND Flash存储器

半导体存储器是信息存储的核心载体，在集成电路细分市场中规模居首[7]。其中，基于NAND Flash的固态硬盘是当前主流的外部存储器，在服务器、手机、优盘、存储卡等应用中大量使用。NAND Flash产品主要有平面和三维两大类。三维NAND Flash是将原来NAND中二维平面横向排列的串联存储单元改为垂直排列，通过增加立体层数，解决平面上难以微缩的工艺问题，从而达到既能提高单位面积的存储密度，又能改善存储单元性能的目的[8]。

该术焦点的72件专利重点关注三维NAND Flash存储器的结构设计和制造方法；此外，还有少量其他存储器相关专利，如垂直结构铁电存储器、三维可变电阻式存储器等。中国台湾旺宏电子股份有限公司提出的三维水平沟道全环绕栅极NAND Flash结构及其制造方法综合专利影响力得分最高，其设计的闪存单元结构既可以在单一的二维阵列中实现，也可以作为三维存储器结构的基础，同时制造方法和阵列结构也可以应用于其他类型的存储器。排名第2—4位的专利都来自美国闪迪公司，包括在字线堆叠内采用应力补偿层的三维存储器、利用包含牺牲填充材料的空腔制造多级存储器堆叠结构的方法，以及抑制支撑开口中外延生长的方法和在支撑开口中采用非外延支撑柱的三维存储器。

1.7 三维成像激光雷达

随着无人驾驶汽车的发展，成像激光雷达成为辅助驾驶的一种有效解决方案，吸引了一大批国内外公司积极布局。对于自动驾驶来说，先由激光雷达与视觉感知技术深度融合，再结合人工智能技术对视觉传感器看到的图像进行语义分割、识别，然后利用激光雷达对分割后的图像区域进行选择性测距，可提高系统的响应速度，将成为这一领域的技术发展方向[9]。

该技术焦点的32件专利中，综合影响力得分排名前3位的专利均来自美国Velodyne激光雷达公司，包括用于便携式设备的紧凑型激光雷达系统、基于一维光发射器二维扫描的三维成像激光雷达，以及具有不同脉冲重复频率的三维成像激光雷达。其他得分较高的专利还包括：美国OEwave公司开发的多脉冲三维成像激光雷达测量方法与系统、美国激光雷达制造商Ouster公司提出的多像素扫描激光雷达等。

1.8 无人机自主控制

无人机系统自主控制是指无需人为干预，系统通过在线环境感知和信息处理，自主生成优化的控制策略，完成各种任务，具有快速而有效的任务自适应能力[10]。关键技术包括无人机自主智能控制和自主决策、无人机自主路径规划、无人机容错和可重构控制，以及多无人机协同等技术。控制科学和人工智能等技术的突破以及在无人机领域的应用，使得无人机的稳定性、机动性、自主性大幅提升，交互性愈发友好，造价也日益低廉，应用场景不断拓展。随着新一轮信息技术的发展，无人机技术也迎来了快速发展的新机遇，将人工智能技术应用于无人机领域成为当下的研究热点。

该技术焦点的26件专利中，综合影响力得分最高的专利由美国AirMap初创公司提出，其描述了一种通过控制飞行路径来限制无人机进入特定空域的方法。美国高通公司提出的一种用于自主控制运输无人机的处理器得分也较高；该处理器可以控制运输无人机以使飞行器在测试区域内执行低高度近程飞行测试机动，评估自主控制运输无人机是否具备运行条件并根

据测试结果开展响应行动，如调整有效载荷的位置、负重，以及无人机飞行计划等。

1.9 移动机器人自主导航与路径规划

移动机器人技术是国家工业化和信息化进程中的关键技术和重要推动力，为研究复杂智能行为的产生、人类思维的探索提供了有效工具和平台。移动机器人的导航即机器人通过传感器感知环境与自身状态，实现在障碍物环境中面向目标的自主运动[11]，其本质是要移动机器人回答“我在哪？”“我要去哪？”“我怎么去？”等问题[12]。欧美国家在移动机器人研发方面起步较早且技术布局全面。美国国家航空航天局的“机遇号”和“勇气号”火星车运用了视觉同步定位与地图构建（SLAM）技术，通过安装在顶部的双目视觉摄像头实现了高精度的自主定位导航并进行路径规划[13]。中国企业也正在积极研发相关技术，小米科技有限责任公司在扫地机器人中应用了基于激光雷达的 SLAM 技术，可以更快速地构建更精准的室内二维地图。

该技术焦点的 62 件专利中，美国 Brain Corporation 机器人技术公司提出的 3 件专利综合影响力得分相对较高，分别是：机器人生成与自身环境相关联的成本地图进行路径规划的方法，确定自主导航机器人与初始化对象相对位置的方法，以及移动机器人自主导航动态路径规划系统和方法。

1.10 自动驾驶车辆控制

自动驾驶是当前人工智能技术最重要的落地场景之一，助力构建新型智能交通运输体系，并逐步成为全球新一轮科技革命和产业变革的焦点领域，有望改变未来交通运输系统形态。车辆控制作为保障自动驾驶安全舒适性的最后一道屏障，是自动驾驶技术中涉及性能需求多目标、被控对象非线性、安全车距硬约束等问题的关键技术。

该技术焦点共包含 110 件专利，综合影响力得分排名前 3 位的专利均出自美国好事达保险公司。车辆控制权发生变化的自动驾驶技术“新车险”，促使车辆保险公司积极通过新技术开发及保险模式创新应用，以应对未来自动驾驶车辆普及和“保险制造一体化”所带来的行业变革。好事达保险公司提出的 3 件高分专利技术分别是：用于分析历史事故信息以调整自动驾驶车辆行驶路线及驾驶控制以避免发生事故的方法；使用实时信息以提高自动驾驶车辆安全性并缓解路线风险的车辆控制系统和方法；用于非安全行驶区域提醒驾驶员切换自动驾驶车辆驾驶模式的车辆控制技术。该技术焦点其他专利大多来自日本丰田汽车公司、美国高通公司、美国谷歌公司、中国百度公司、德国大众汽车、中国滴滴出行科技有限公司、德国宝马汽车公司、德国博世有限公司等传统车企、互联网企业和高科技公司。

1.11 微机械超声波换能器

超声波换能器是实现声能和电能相互转化的部件，既可以把电能转换为声能，又可以把声能转换为电能，其品质的优劣可影响到整个超声系统的性能，是自动驾驶汽车倒车、泊车雷达系统中不可或缺的部件。微机械超声波换能器主要有压电式和电容式两种类型。前者具有重量轻、体积小、成本低、可靠性高的优点，在实现智能化和集成电路（IC）集成上有着明显优势。后者具有价格低廉、宽频带、可高密度阵元集成制造、微型化、易于集成等优势，愈发受到业界关注。

该技术焦点的 29 件专利中，美国 InvenSense 公司提出的一件关于腔体内具有内部支撑结构的压电微机械超声波换能器（PMUT）装置的制备工艺综合影响力得分最高。美国掌上超声供应商 Butterfly 公司拥有的专利数最多，提出了 3 件与电容式微机械超声波换能器相关的专利技术：利用薄膜将换能器腔密封的技术；包含可隔绝换能器导电层的绝缘层制备工艺的电容式微机械超声波换能器的制造工艺；包括膜、底部电极和布置在膜和底部电极之间的多个空腔的超声波

换能器的制备工艺。

2 先进用户端储能和输能技术创新步伐加快

*在储能技术方面，*固态锂电池因其在安全性和能量密度等方面具备的潜在优势，可广泛应用在电动汽车和大规模储能等领域，对于减少碳排放和空气污染有着重要意义。*在输能技术方面，*多负载无线电能传输技术作为无线电能传输中的关键技术，已经广泛用于移动设备、智能家居、植入式医疗等领域。

2.1 固态锂电池

固态电解质材料是固态锂电池的关键核心技术，在很大程度上决定了固态电池的各项性能。当前，产业界存在两种固态电池研发路线：直接研发全固态电池；由半固态电池过渡到全固态电池。虽然前者的产业化尚遥遥无期，但后者在新能源汽车中的产业化已经开始，有望在未来几年中加速实现大规模商业化。

该技术焦点的253件专利中，综合影响力得分最高的专利是日本京瓷公司和美国24M公司于2016年提出的半固态电极中正极材料的预锂化技术；该技术可极大简化电池生产工艺，将成本降低至少40%，能量密度提高10%。两家公司于2019年合作研发的半固态电池正式发布，并于2020年实现规模量产。韩国三星电子公司提出的多孔金属有机骨架复合材料技术，以及应用于半固态电池的非氟代醚和氟代醚复合物电解质等专利得分也相对较高。

2.2 多负载无线电能与信息同步传输

自2007年美国麻省理工学院提出磁耦合谐振式无线电能传输技术以来，全球范围内再次掀起了对无线电能传输技术的研究热潮。目前，大多数无线电能传输系统的供电对象都是以单个负载为主，但碍于其系统利用率低、位置敏感等缺点，已经无法满足人们的需求，多负载无线电能因此成为无线电能传输技术的热点，并广泛用于移动设备、智能家居、植入式医疗等领域。

该本技术焦点的45件专利中，综合影响力得分最高的专利是美国路创电子公司提出的一种响应用户和移动设备位置的负载控制系统；该系统通过移动设备的位置和预设数据来传送控制命令，能够提高资源利用率，节约能源。排名第2位的专利来自美国Ossia公司提出的一种无线供电环境中的能量传输调制方法与设备，其可在各种传输条件下积累关于充电环境和环境中不同区域传输效率数据。其他高分专利还包括：美国Energous公司提出的关于无线充电系统和方法，中国华为公司提出的按需计费网络中动态控制用户流量方法和装置，以及美国Interdigital Holdings公司提出的使用扩展非连续接收（DRX）的系统增强功能专利。

3 高端与先进材料制造技术应用创新范围广阔

*在表面技术和涂层方面，*等离子体技术由于性能优越、应用范围广泛，是半导体芯片领域的关键核心技术之一，技术创新活跃，众多巨头企业争相布局，竞争异常激烈。*在材料成型及控制方面，*随着全球兴起新一轮数字化制造浪潮，3D打印市场规模增长迅速且应用范围愈发广泛，激光熔覆3D打印技术不断突破创新，发展空间巨大。*在动力机械部件设计方面，*发动机热端部件冷却与热障涂层因其较高的技术壁垒，市场仍由主要传统厂商垄断，技术创新持续受到关注。

3.1 等离子体发生与应用

等离子体常被视为是固、液、气外物质存在的第四态，在机械加工、制备新物质、处理物体表面和聚酯织物、消毒灭菌等方面有着广泛应用。半导体工业是等离子体发生器应用最多的行业——在半导体芯片的制备过程中，约有1/3的工序要使用等离子体技术。等离子体发生器是超大规模集成电路制造工艺的关键核心处理设备，而超大规模集成电路已成为衡量

一个国家科学技术和工业发展水平的重要标志[14]。

该技术焦点共包括48件专利，其中综合影响力得分最高的2件专利均为美国企业所有。美国艾玛斯丹技术公司提出了利用等离子体技术将金属氢化物原料熔融、脱氢及球化进而制备金属球状粉末产品的方法和系统；美国电池制造商 Lyten 提出了具有微波等离子体反应器和多级气固分离系统的微波化学处理（如烃类气体）系统的设计方案。其他得分较高的专利内容涉及半导体芯片、等离子体源发生装置、等离子体医疗装置、等离子体技术在材料制备领域的应用等。

3.2 激光熔覆 3D 打印

激光熔覆是一种金属表面改性技术，可以显著改善基体材料表面耐磨、耐蚀、耐热、抗氧化及电气特性。随着"中国制造—2025"的不断推进，激光熔覆3D打印技术突破了原有技术瓶颈，可以在工件上打印出宏观尺度特征结构，且大幅降低工件制造系统复杂性和生产成本，缩短制作周期和产品上市时间。与此同时，针对当前激光熔覆 3D 打印技术应用中存在的成本问题、工艺参数易波动、零件质量稳定性不佳等挑战，业界也积极借助高新专利技术解决工程制造中的技术难点，以期产生更大的经济效益与应用价值。

该技术焦点的47件专利中，综合影响力得分最高的专利是美国牛津性能材料公司提出的一种新型聚合物激光烧结成形技术；该技术可通过高能量激光熔融聚合物粉末沉积，同时烧结固化粉末聚合物材料并自动层层堆叠，生成致密几何形状实体，具有熔覆工艺可控性好、熔覆层及其界面组织致密、晶粒细小、无孔洞和夹杂裂纹等技术优势[15]。该公司早在 2013 年就使用聚醚材料突破性地实现了人类头骨 3D 打印，2015 年研发初用于 3D 打印脊柱植入系统的高性能材料，上述2项均获得美国食品药品监督管理局批准。

3.3 两机热端器件热障涂层技术

热障涂层相关研究始于20世纪50年代，在20世纪70年代中期获得突破性进展，目前仍是最热门的涂层种类。热障涂层主要应用于航空发动机和燃气轮机燃烧室以及高压涡轮的热端零部件，可以有效降低单晶基体在服役时的温度，使零件持续保持力学性能。欧美等国一直高度重视热障涂层技术的研究与应用，并在基本理论、材料、工艺、设备等方面取得了长足进展。以德国西门子股份公司、美国通用电气公司和日本三菱重工业有限公司为代表，在役、在研的先进航空发动机和燃气涡轮机热端零部件均应用了热障涂层技术。

该技术焦点的70件专利中，德国西门子公司、美国通用电气公司和美国联合技术公司提出的专利数量较多，且专利综合影响力相对较高。德国西门子公司提出一种具有裂纹隔离工程化表面特征件的涡轮部件热障涂层，其工程化表面特征件有助于锚固热障涂层并且/或者局部化由一个或者多个工程化表面特征件界定的裂纹。美国通用电气公司提出耐火层之间的熔融硅粘结涂层，用于陶瓷基质复合物附接的装置和系统，使用Laves相析出在IN706中的晶粒细化等专利。

4 智能、基因和新材料不断深化临床应用技术创新

*在医药和生物技术方面，*肿瘤和乙肝等严重危害人类健康的全球性疾病的治疗方案和药物研究备受众多生物医药企业追捧，生命科技领域关键核心技术之一的核苷酸测序方法亮点纷呈。小分子靶向药物成为肿瘤治疗的热点，新方法、新靶点、新策略不断涌现。吡啶类、嘧啶类等小分子杂环药物作为乙肝表面抗原（HBsAg）抑制剂成为乙肝治疗的潜力靶点，备受关注。*在医疗器械方面，*智能化吻合器市场呈现出被领域巨头明显垄断的特征。

4.1 肿瘤伴随诊断方法与试剂

美国最早正式提出伴随诊断概念并进行监管，指出伴随诊断产品是能为相应的治疗性产品安全有效使用提供关键信息的体外诊断产品。为确保肿瘤患者靶

向用药安全和治疗效果，伴随诊断在抗肿瘤药物研发和应用中大放光彩，并成为肿瘤精准个性化医疗的基石和强劲助力。在产品需求、技术发展和政策支持等多因素共同驱动下，伴随诊断市场呈现井喷式增长。美国食品药品监督管理局已经批准的145项伴随诊断产品，几乎均为肿瘤伴随诊断产品。中国厦门艾德生物医药科技股份有限公司、广州燃石医学检验所有限公司、北京泛生子基因科技有限公司等研发的肺癌、结直肠癌、乳腺癌等肿瘤伴随诊断产品也已获批上市。随着靶向药物研发加速、新的标志物发现、检测技术平台革新，肿瘤伴随诊断市场将持续扩容。

该技术焦点的106件专利主要来自创新型生物制药和诊断公司，如分子诊断领域GoPath Laboratories、Opko Diagnostics，液体活检领域Epic Sciences、Liquid Biopsy Research等。其中不乏具有里程碑意义的研究。例如，美国百时美施贵宝公司的专利公开了LAG-3/PD-1联合肿瘤免疫疗法的方法，其采用免疫组织化学方法检测多种组织样本中LAG-3基因表达情况，用以辅助鉴别适宜该疗法的患者。2022年3月，该疗法获批上市，用于治疗12岁以上不可切除或转移性黑色素瘤，也一举让LAG-3成为免疫抑制剂领域新秀。

4.2 智能外科吻合器

吻合器是代替手工缝合的外科器械，能在缝合患者伤口的同时切除多余组织，具备高效简便、适应性强、并发症少、成功率高等优点，备受临床青睐；目前，吻合器全球市场规模超40亿美元，未来5年有望冲击100亿美元。美国强生公司旗下爱惜康公司和美国美敦力公司旗下柯惠医疗两大吻合器市场巨头占据主导地位，国产品牌众多但尚未形成规模化发展格局。吻合器智能化、电动化是有效提高其安全性和规范化的发展方向。例如，美国柯惠公司Signia智能吻合平台搭载智能芯片联动传感器技术，可自动识别和计算组织厚度，通过显示屏实时反馈进行人机交互，提醒医生调整操作力度与速度；美国直觉外科公司研发的搭载SmartFire技术的SureForm新型吻合器可自动调整发射过程以优化缝合线。

该技术焦点的212件专利中，综合影响力得分排名前14的专利均来自美国爱惜康公司；其公开了吻合器智能化改进技术，包括钳口智能控制、闭合行程减少、非对称击发、关节运动闭锁等。其余高分专利也来自美国的爱惜康和柯惠两家公司，进一步稳固二者在吻合器市场的优势地位。

4.3 核苷酸测序

20世纪70年代的第一代测序技术成功助力“人类基因组计划”实施；20世纪末21世纪初的第二代DNA测序技术为各种精准医学项目的实施提供保障；目前核苷酸测序技术已经发展到了第三代，具有读长和单分子测序优势。而未来第四代测序技术的基本标志是不经过cDNA，无聚合酶链式反应（PCR）扩增，直接测定单分子RNA序列，以及确定单分子RNA上的修饰核苷酸位点。美国Illumina公司持续独占核苷酸测序市场鳌头，自其推出HiSeq X测序平台以来，大幅度降低了基因测序的成本，即使是研究级全基因组测序的成本一直稳定在1 000美元左右。

该技术焦点的54件专利大部分由美国机构所拥有。综合影响力得分最高的是美国生命科学技术公司10X Genomics Inc提出的一种对单个细胞或细胞群（如癌细胞和免疫系统细胞）的核酸分子进行分析和表征的方法和系统，通过对单个细胞或细胞群的内容物进行分区来分析单个细胞或细胞群。其他得分较高的专利包括：美国哈佛学院提出的一种全基因组数字扩增方法和扩增DNA以维持甲基化状态的方法，美国Twist Bioscience合成生物学公司提出的具有可控化学计量比的多核苷酸库及其合成方法及核酸杂交的多核苷酸、试剂和方法等。

4.4 小分子杂环肿瘤药物

恶性肿瘤（癌症）是严重威胁人类健康的主要公共卫生问题，其本质是基因表达异常引起细胞信号

转导通路的失调而导致细胞无限增殖，而与肿瘤发生、发展、侵袭、转移和凋亡密切相关的分子、基因可作为候选抗肿瘤药物的靶点。自酪氨酸激酶抑制剂甲磺酸伊马替尼于2001年批准上市以来，小分子靶向抗肿瘤药物已成为抗肿瘤药物的研发主流[16]。截至2020年12月，已有89种小分子靶向抗肿瘤药物获得美国食品药品监督管理局和/或中国国家药品监督管理局的批准，数以千计的靶向药物正在进行癌症治疗的临床试验。

该技术焦点的86件专利中，有60%来自美国的制药公司和相关机构，高影响力专利集中在利用新型靶点、新型技术和创新的抗肿瘤策略开发的小分子杂环化合物，特别是靶向RAS原癌基因突变的一类小分子杂环药物。美国Araxes制药公司拥有10件专利药物；该公司基于对喹唑啉结构的系统优化，形成了一系列包括ARS-1620在内的潜在药物结构。近年Araxes公司在专利中公开的药物结构丰富了稠合双环部分的种类，加长了连接两端的中间链状部分的长度，使骨架结构更加复杂，可选的取代位点进一步增多，以更加灵活的构象来结合底物或受体。美国安进公司提出了2个靶向KRAS G12C的抑制剂，其结构均与该公司已上市的AMG 510相近，都是以丙烯酰胺为亲电集团，并以哌嗪连接多种多取代、多构象的稠合杂环结构。美国Mirati Therapeutics公司开发的KRAS G12C抑制剂结构的特征是丙烯酰胺亲电基团与1个四元杂环共享1个氮原子，并通过这个四元氮杂环与多个稠合杂环部分连接。

5 结论

本文使用大数据与深度学习等先进数据分析技术对高影响力专利聚类形成技术焦点，定量挖掘和定性解读结合，情报分析和专业研判结合，实现了对当前申请保护的技术创新发展趋势和重点方向分析研判。无论是《2022技术聚焦》报道的100个技术焦点，还是重点解读的32个重点技术焦点，再到20个高影响力专利技术焦点的遴选，以及对其数据分析解读和技术焦点方向概况和专家咨询中，都得出一些共识：① 这些技术焦点均是某个当前或未来产业技术的攻关“难点”和“痛点”，或称为“核心关键技术”，或为“未来产业制高点技术”。② 大多数技术焦点均表明科技发达且处于产业链高端的国家具有优势。因为，无论从技术焦点内高影响力专利数量，还单个专利影响力得分，都是这些国家居高。③ 这些技术焦点中的专利发明人或权利人的机构属性均是产业技术创新的翘楚。以上共识都表明这项工作在“分析研判世界产业技术发展趋势和重点方向”方面的意义。

致谢 本文还得到了北京大学深圳研究生院王荣刚，山东理工大学白如江，中国科学院工程热物理研究所杜强，北京理工大学杨松，东北大学陈杰，中国农业大学吴广枫，中国农业大学图书馆周丽英，中国科学院科技战略咨询研究院边文越、周波，中国医学科学院医学信息研究所李赞梅，山东理工大学孙震等的帮助。

参考文献

1 韩淋, 李国鹏, 杨帆, 等. 利用技术聚焦方法得到TOP 100技术焦点. 中国科学基金, 2022, 36(1): 100-106.
Han L, Li G P, Yang F, et al. “Technology focus” method and TOP 100 technology focuses. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2022, 36(1): 100-106. (in Chinese)

2 Devlin J, Chang M W, Lee K, et al. BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. (2019-05-24)[2022-12-15]. https://arxiv.org/abs/1810.04805.

3 Derwent Innovation. Predictive data and analytics. (2020-01-26)[2022-12-15]. https://derwentinnovation.clarivate.com.cn/tip-innovation/support/help/toc_docs/Predictive_data_and_analytics.htm.

4 World Intellectual Property Organisation. Concept of a technology classification for country comparisons. (2008-06-01)[2022-12-15]. https://www.wipo.int/meetings/en/doc_

details.jsp?doc_id=117672.

5 吴长锋. “脆弱”的量子比特，如何成为量子计算“主心骨”. 科技日报, 2021-11-25(05).

Wu C F. How “fragile” quantum bits become the “backbone” of quantum computing. Science and Technology Daily, 2021-11-25(05). (in Chinese)

6 涂有瑞. 半导体磁场传感器过去和未来. 传感器世界, 2003, 9(7): 1-10.

Tu Y R. The past and future of semiconductor magnetic field sensors. Sensor World, 2003, 9(7): 1-10. (in Chinese)

7 傅耀威, 丁莹, 薛堪豪, 等. 非易失半导体存储器技术发展状况浅析. 科技中国, 2021, (4): 38-40.

Fu Y W, Ding Y, Xue K H, et al. Analysis of the development of nonvolatile semiconductor memory technology. Scitech in China, 2021, (4): 38-40. (in Chinese)

8 张卫. 存储器技术的新进展. 集成电路应用, 2020, 37(3): 10-12.

Zhang W. New development of memory devices. Applications of IC, 2020, 37(3): 10-12. (in Chinese)

9 刘博, 于洋, 姜朔. 激光雷达探测及三维成像研究进展. 光电工程, 2019, 46(7): 21-33.

Liu B, Yu Y, Jiang S. Review of advances in LiDAR detection and 3D imaging. Opto-Electronic Engineering, 2019, 46(7): 21-33. (in Chinese)

10 朱华勇, 牛轶峰, 沈林成, 等. 无人机系统自主控制技术研究现状与发展趋势. 国防科技大学学报, 2010, 32(3): 115-120.

Zhu H Y, Niu Y F, Shen L C, et al. State of the art and trends of autonomous control of UAV systems. Journal of National University of Defense Technology, 2010, 32(3): 115-120. (in Chinese)

11 顾嘉俊. 移动机器人在非平坦地形上的自主导航研究. 上海: 上海交通大学, 2010.

Gu J J. Autonomous Navigation of Mobile Robot on Non-planar Terrain. Shanghai: Shanghai JiaoTong University, 2010. (in Chinese)

12 张琦. 移动机器人的路径规划与定位技术研究. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.

Zhang Q. Path Planning and Location for Mobile Robot. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2014. (in Chinese)

13 刘文之. 基于激光雷达的SLAM和路径规划算法研究与实现. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2018.

Liu W Z. Research and Implementation of Simultaneous Localization and Indoor Mapping and Path Planning Based on Lidar. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2018. (in Chinese)

14 蒋煜明. 深亚微米集成电路特征尺寸缩小的研究开发和应用. 上海: 复旦大学, 2010.

Jiang Y M. Research, Development and Application of Feature Size Reduction for Deep Submicron Integrated Circuits. Shanghai: Fudan University, 2010.

15 智翔. 面向航空发动机构件的激光快速再制造软件系统仿真与实现. 南京: 南京航空航天大学, 2012.

Zhi X. Research on the Simulation and Realization Laser Rapid Remanufacturing Software System Oriented to Aero-engine Components. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2012. (in Chinese)

16 张立峰, 周黎明. 小分子类靶向抗肿瘤药物的研究进展. 四川生理科学杂志, 2016, 38(3): 177-179.

Zhang L F, Zhou L M. Research progress of small-molecule targeted anti-tumor drugs. Sichuan Journal of Physiological Sciences, 2016, 38(3): 177-179. (in Chinese)

2022 Technology Focus: Analysis and Interpretation of 20 High-impact Patented Technology Focus

PAN Jiaofeng[1,2] FAN Weiwei[1] LENG Fuhai[1*] LI Guopeng[1] ZHANG Feng[1,2] HAN Lin[1] WANG Haiming[1]
ZHANG Chaoxing[1] YANG Fan[1] WANG Xiaomei[1] WANG Haixia[1] YUAN Jianxia[1] XING Ying[1] CHEN Ting[1]
（1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China）

Abstract *2022 Technology Focus* report developed by the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD), is based on the role of "Technology Focus" in the fields of information, energy, life and material manufacturing in the new technological revolution. We select and determine "20 High-impact Patented Technology Focus" from the 32 "Technology Focus" areas that are highlighted in the report. It briefly describes the basic meaning, technological innovation challenges, and the research path. Based on the distribution of comprehensive influence scores of patent data in "Technology Focus", it reveals the technical innovation points and the characteristics of the national institutions of the patents with higher scores. Finally, three conclusions are given: (1) the technology focus characterizes the "difficulties" and "pain points" of industrial technological innovation in many fields around the world; (2) developed countries in science and technology occupy the commanding heights of most "Technology Focus"; and (3) the patent patent ownership institutions in the "Technology Focus" are leaders in industrial technological innovation.

Keywords technology focus, high impact patents, technology foresight

潘教峰 中国科学院科技战略咨询研究院院长、研究员，中国科学院大学公共政策与管理学院院长，中国发展战略学研究会理事长。主要从事科技战略规划、创新政策和智库理论方法研究。E-mail: jfpan@casisd.cn

PAN Jiaofeng Professor, President of the Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences (CASISD), Dean of the School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Chairman of the Chinese Association of Development Strategy. His research focuses on S&T strategic planning, innovation policy, think-tank theory and method research. E-mail: jfpan@casisd.cn

冷伏海 中国科学院科技战略咨询研究院科技战略情报研究所所长、研究员。主要研究领域为科技战略与规划、学科发展战略情报研究、情报学理论方法。E-mail: lengfuhai@casisd.cn

LENG Fuhai Professor, Director of Science and Technology Strategic Intelligence Research Institute, Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences. His research interests focus on marketing informatics, SME information service, S&T strategy and planning, strategic intelligence research of science and development. E-mail: lengfuhai@casisd.cn

■责任编辑：张帆

*Corresponding author